

ネットワーク仮想化技術を利用した QoS 予測・予約による V2X 通信の信頼性向上

Improvement of V2X Communication Reliability by QoS Prediction & Reservation Using Network Virtualization

国本 典晟 / Tensei KUNIMOTO

1 はじめに

車両に搭載されたセンサで認識できる範囲は限定的であるため、周囲の車両や路側機のセンサが認識した情報を通信により共有することで、交通の安全性や効率の向上を目指す協調型自動運転の研究が行われている [1]。各車両や路側機が収集した情報をサーバ上で集約し、統合した情報を車両に送信することで、車両は自車両の搭載センサでは認識できない情報を取得することができる。情報を集約・統合するサーバは、処理負荷の分散や通信遅延の軽減のために地理的に分散配置されており [2]、サーバにはそのサーバが管轄するエリア内の全ての車両や路側機から定期的に情報が集約される。しかし、サーバまでの通信帯域は限られており、サーバまでの通信帯域で収容可能な台数以上の車両がエリア内に集中した場合、通信帯域が逼迫し、一部または全ての車両とサーバの通信の遅延が増大し、QoS (Quality of Service) を保証することができないことが懸念される [3]。QoS を保証できない場合、車両は情報を遅延要件内に取得可能か判断できないまま協調型自動運転を試みることになる。また、車両は QoS が保証されないことを事前に判断することができず、安全性や効率の面で重大な問題となる。本研究では、ソフトウェアを介してネットワークを一元管理するネットワーク仮想化技術を利用して、QoS の予測・予約を行うことで車両の通信の QoS を保証することを提案する。

2 提案手法

2.1 ネットワーク仮想化技術を利用した V2X 通信の制御

ネットワーク仮想化技術ではネットワークを構成する機器をコントローラと呼ばれる制御装置を用いて集中管理を行う。本研究では、図 1 のように、複数のサーバを管理するコントローラを考える。コントローラは地図情報に合わせて、管理するサーバの位置、対象エリア、利用可能な通信帯域の情報を保持する。車両、基地局、サーバが行う通信はコントローラによって管理されており、車両、基地局、サーバはコントローラと管理に必要な情報の通信を行う。管理に必要な通信のための通信帯域は常に確保されているものとする。

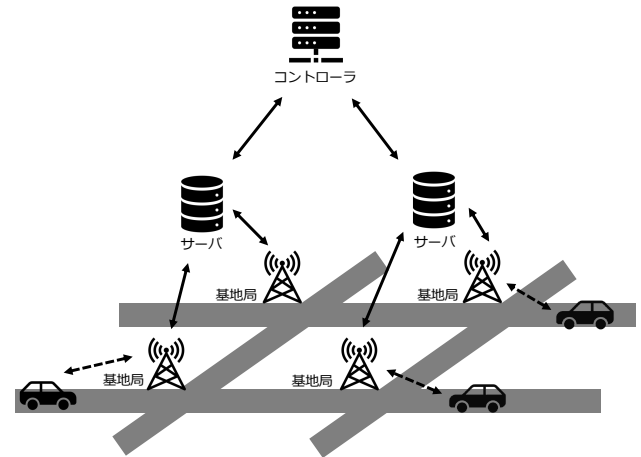


図 1: ネットワーク仮想化技術を利用した V2X 通信の制御

2.2 QoS 予測

サーバまでの通信の QoS が保証されるかを事前に予測するため、コントローラは次のように QoS 予測を行う。初めに、コントローラは管理エリア内の車両から車両 ID と移動計画を集約する。次に、コントローラは集約した情報から、ある時刻における各基地局の通信エリア内の車両の総台数を想定する。最後に、想定した車両の総台数と保持している利用可能な通信帯域の情報から、全ての車両の通信の QoS を保証できるかを判断する。なお、ここでは全ての車両が協調型自動運転のために同じデータサイズの通信を行うものとする。以上の QoS 予測のための手順は定期的に行われ、コントローラは常に一定時刻後の QoS を予測する。

2.3 QoS 予約

QoS が保証できない場合、車両はある時刻において協調型自動運転に必要な情報を取得可能かを事前に判断できない。そこで、事前にコントローラからある時刻において各車両に通信可能か否かを通知することで、QoS の予約を行う。QoS 予測および予約の手順を図 2 に示す。QoS 予測の結果、全ての車両の通信の QoS が保証できると判断した場合、コントローラは各車両にある時刻での QoS が予約されていることを通知する。一方、全ての車両の通信の QoS の保証はできないと判断した場合、コントローラは利用可能な通信帯域で QoS が保証できる台数分の車両に QoS が

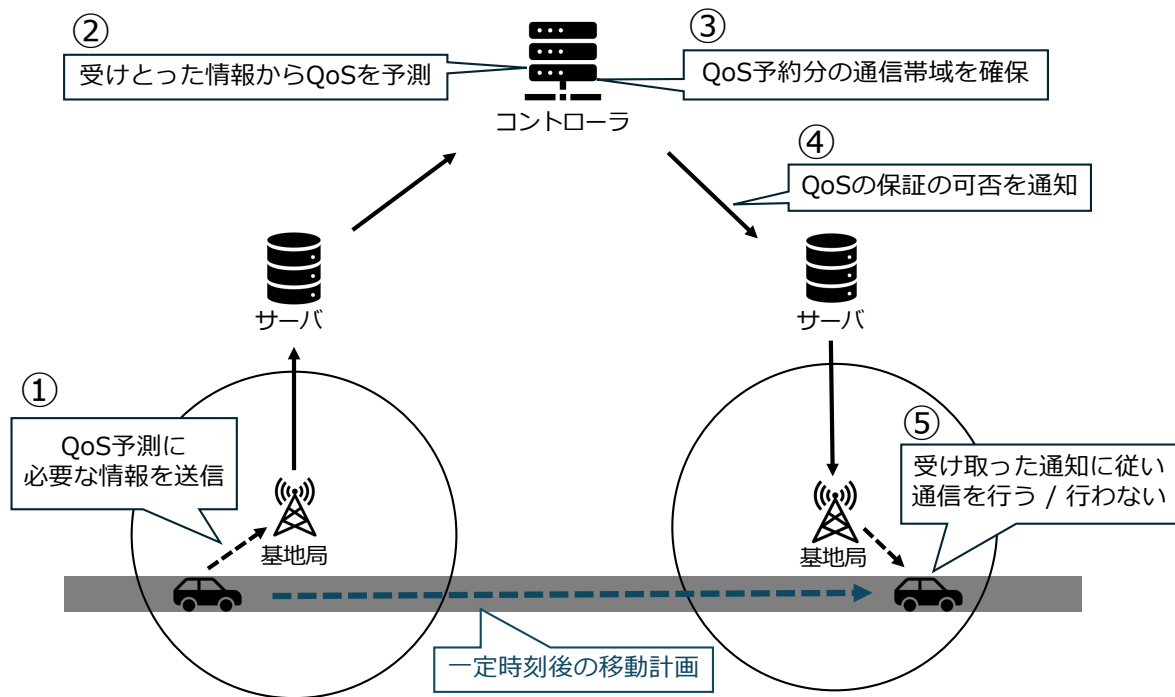


図 2: QoS 予測・予約の手順

予約されることを通知し、残りの車両には QoS が予約されないことを通知する。これにより、全ての車両は移動計画の通りに走行した場合に、ある時刻において協調型自動運転のための通信の QoS が保証されているかを事前に把握することができる。QoS 予測同様、QoS 予約も定期的に行われ、車両は常に一定時刻後の通信の QoS が予約されているか否かを把握する。QoS を予約しない車両の選択方法やそれらの車両の QoS の保証の方法については様々なものが考えられるが、本研究では対象外とする。

3 シミュレーションによる評価

提案手法の有効性を検証するため、ネットワークシミュレータである NS-3 [4] を用いて、シミュレーションによる通信性能の評価を行った。車両、基地局、サーバが通信を行うネットワークモデルを構築し、提案手法を用いる場合と用いない場合について、車両台数を変化させて通信遅延を比較した。提案手法を用いる場合は、あらかじめ QoS 予測・予約が行われているとし、QoS 予約によって通信の QoS が保証された車両のみが協調型自動運転のための通信を行った。提案手法を用いない場合は、全ての車両が常に協調型自動運転のための通信を試みるものとした。

評価の結果、車両台数が増加し通信帯域が逼迫した場合に、提案手法を用いない場合は遅延が増大したが、提案手法を用いた場合は、QoS が確保された車両の遅延は大きな増大はなかった。また、提案手法を用いた場合は、QoS 予測・予約のために通信帯域を使用するため、用いない場合と比較して全体的に通信遅延が大きかったが、大きな遅延

にはならず協調型自動運転の許容遅延時間を満たした。

4 まとめ

協調型自動運転においてサーバの利用が検討されているが、サーバまでの利用可能な通信帯域で収容可能な台数以上の車両が集中した場合に、一部または全ての車両が遅延要件内に協調型自動運転のための情報を取得できないことが懸念される。本研究では、ネットワーク仮想化技術を利用して車両の移動計画を集約し、基地局の通信エリア内の一定時刻後の車両の集中状況を想定することで、全ての車両の通信の QoS を保証できるかを予測し、その結果を車両に通知することで QoS を予約することを提案した。ネットワークシミュレーションの結果、通信帯域が逼迫した場合にも提案手法を用いることで QoS が確保された車両の通信遅延が大きく増大せず、協調型自動運転の許容遅延時間を満たしたことを確認した。

参考文献

- [1] 菅沼英明, ITS・自動運転の動向と今後, 電子情報通信学会通信ソサイエティマガジン, Vol.15, No.2, pp.102-108, 2021.
- [2] Fuhui Zhou, Rose Qingyang Hu, Zan Li and Yuhao Wang, Mobile edge computing in unmanned aerial vehicle networks, *IEEE Wireless Communications*, Vol.27, No.1, pp.140-146, 2020.
- [3] Ignacio Soto, Maria Calderon, Oscar Amador and Manuel Uruena, A survey on road safety and traffic efficiency vehicular applications based on C-V2X technologies, *Vehicular Communications*, Vol.33, No.100428, 2022.
- [4] Zoraze Ali, Sandra Lagen, Lorenza Giupponi and Richard Rouil, 3GPP NR V2X Mode 2: Overview, Models and System-Level Evaluation, *IEEE Access*, Vol.9, pp.89554-89579, 2021.